

DIALOG(R) File 347:JAPIO  
(c) 1999 JPO & JAPIO. All rts. reserv.

02412818     \*\*Image available\*\*  
ZOOM LENS

PUB. NO.:        63-029718 A]  
PUBLISHED:      February 08, 1988 (19880208)  
INVENTOR(s):    MIHARA SHINICHI  
APPLICANT(s):   OLYMPUS OPTICAL CO LTD [000037] (A Japanese Company or  
                 Corporation), JP (Japan)  
APPL. NO.:      61-172722 [JP 86172722]  
FILED:          July 24, 1986 (19860724)  
INTL CLASS:     [4] G02B-015/177  
JAPIO CLASS:    29.2 (PRECISION INSTRUMENTS -- Optical Equipment)  
JOURNAL:        Section: P, Section No. 726, Vol. 12, No. 238, Pg. 56, July  
                 07, 1988 (19880707)

#### ABSTRACT

PURPOSE: To obtain a zoom lens which has a large zoom ratio and is super-compact and low in cost, by causing an optical system having four groups of lenses to satisfy prescribed conditions.

CONSTITUTION: The zoom lens of this invention is provided with the 1st lens group which is successively composed of a negative, positive, and positive lenses from the object side and has a positive focal distance as a whole and the 2nd group which is composed of a negative, negative, and positive lenses, has a negative focal distance as a whole, and is movable and conducts variable power at the time of variable power. The zoom lens is also provided with the 3rd group which is composed of 1-3 lenses, has a positive focal distance as a whole, is always fixed, and produces an afocal state and contains an aspheric surface on the emissive side and the 4th group which is composed of a negative, positive, and positive or positive, positive, and negative lenses arranged at a little wider aerial intervals, has a positive focal distance as a whole, eliminates variation of focusing position produced at the time of variable power, and is movable for focusing. The lenses of the groups are caused to satisfy the conditions of inequality I. The  $f_T$  and  $f_{AT}$  of the inequality are the resultant focal distance of the whole system at the telescoping end and resultant focal distance of the lenses of the 1st - 3rd groups at the telescoping end, respectively.

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭63-29718

⑮ Int. Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 昭和63年(1988)2月8日

G 02 B 15/177

7448-2H

審査請求 未請求 発明の数 1 (全23頁)

⑭ 発明の名称 ズームレンズ

⑯ 特 願 昭61-172722

⑰ 出 願 昭61(1986)7月24日

⑱ 発 明 者 三 原 伸 一 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリジナル光学工業株式会社

⑲ 出 願 人 オリジナル光学工業株式会社 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号

⑳ 代 理 人 弁理士 向 寛 二

明 細 書

1. 発明の名称

ズームレンズ

2. 特許請求の範囲

(1) 物体側から順に負レンズ、正レンズ、負レンズの3枚のレンズにて構成され全体として正の焦点距離を有する第1群と、負レンズ、負レンズ、正レンズの3枚のレンズにて構成され全体として負の焦点距離を有し変倍時に可動であつて主として変倍をつかさどる第2群と、1枚、2枚又は3枚のレンズにて構成され全体として正の焦点距離を有し常時固定であつて射出側でほぼアフォーカルにする役割をなし非球面を含んでいる第3群と、少し大きな空気間隔をあけて負レンズ、正レンズ、正レンズ又は正レンズ、正レンズ、負レンズの3枚のレンズにて構成され全体として正の焦点距離を有し変倍時に発生する焦点位置の変動をなくすいわゆるコンペンセーターの役割をすると共に合焦のために可動である第4群とより構成され次の条件(1)を満足するズームレンズ。

$$(1) \quad \left| \frac{f_T}{f_{AT}} \right| < 0.6$$

ただし  $f_T$  は望遠端における全系の合成焦点距離、 $f_{AT}$  は望遠端における第1群から第3群までの合成焦点距離である。

(2) 次の条件(2)乃至条件(6)を満足する特許請求の範囲(1)のズームレンズ。

$$(2) \quad 0.53 < \frac{(e_{2W} - e_{2T})}{e_{2W}} < 0.77$$

$$(3) \quad 0.9 < \frac{f_N}{\sqrt{f_W \cdot f_T}} < 1.4$$

$$(4) \quad n_{4T1} \text{ 又は } n_{4T2} > 1.55$$

$$(5) \quad \nu_{4T1} \text{ 又は } \nu_{4T2} > 45$$

$$(6) \text{ 光軸からの高さ } y = \frac{f_N}{4} \text{ において}$$

$$1 \times 10^{-2} < \frac{dx}{\sqrt{f_W \cdot f_T}} < 0.5 \times 10^{-1}$$

ただし  $f_W$  は広角端における全系の焦点距離、 $f_T$  は望遠端における全系の焦点距離、 $f_N$  は第3群の合成焦点距離、 $f_N$  は第4群の合成焦点距離、 $e_{2W}$  は第2群と第3群との広角端における主点間隔、 $e_{2T}$  は第2群と第3群との望遠端における主

点間隔、 $n_{4T1}$ 、 $\nu_{4T1}$  は夫々第4群の物体側から1番の正レンズの屈折率とアッペ数、 $n_{4T2}$ 、 $\nu_{4T2}$  は夫々第4群の物体側から2番目の正レンズの屈折率とアッペ数、 $dx$  は非球面が

$$x = \frac{y^2}{r + \sqrt{r^2 - y^2}} + dx$$

$$= \frac{y^2}{r + \sqrt{r^2 - y^2}} + Ey^4 + Fy^6 + Gy^8 + Hy^{10}$$

にて表わされる時の  $Ey^4 + Fy^6 + Gy^8 + Hy^{10}$  の値である。

### 3. 発明の詳細な説明

#### 〔産業上の利用分野〕

本発明はズームレンズに関するもので、ビデオカメラ用に好ましい構成になつているズームレンズに関するものである。

#### 〔従来の技術〕

ビデオカメラは、従来の銀塩スチールカメラに比べて高価で重量が重いためにそれ程普及してはなかつたが、最近大幅な小型軽量化、低価格化が進み、一般ユーザーに急速に普及しつつある。特

1.33乃至1.45であり $\frac{1}{2}$ インチイメージサイズのCCDでは $F_{1.2}$ クラスの明るさが必要なことを考えると物足りない。またこのFナンバーの割には全長や前玉径も満足出来る小ささではない。さらに従来の前玉フォーカシング方式は、重量の大きい前玉を繰り出すことによつてゐるため、オートフォーカスやパワーフォーカスを行なうと電力消費が大になり、また近距離側において軸外光線のけられが大きく前玉径を大きくしない限り近距離側にフォーカスすることが困難である。

#### 〔発明が解決しようとする問題点〕

本発明はズーム比が6程度で、広角端のFナンバーが1.2程度で、全長の広角端での焦点距離に対する比が1.1程度で前玉径が小さく構成枚数が10～12枚程度のズーム比の大きい超コンパクトな低コストのズームレンズを提供することを目的とするものである。

#### 〔問題点を解決するための手段〕

本発明は、前記の目的を達成するために非球面を用いると共にリレー系にコンペンセーターとし

にカメラ部とデツキ部が一体となつたポータブルなカメラも出はじめてゐる。これは主に回路系のLSI化が要因となつており、その中の一つとして撮像デバイスが従来の $\frac{2}{3}$ インチのチューブから $\frac{1}{2}$ インチのCCD等の固体撮像素子へ移行したことも一役買つてゐる。

このようにビデオカメラにおいて電気系が大幅にコンパクト化、ローコスト化が進むなかでレンズ系の小型軽量化、低コスト化は電気系ほどは進展してゐないのが現状である。特にレンズ系の全長、前玉径の大きさ、構成枚数の点で不十分である。

$\frac{1}{2}$ インチイメージサイズ用でズーム比が約6倍のズームレンズの従来例として特開昭60-123817号、特開昭60-126618号、特開昭60-126619号等がある。これら従来例は、非球面を使用したもので全長の広角端焦点距離が1.17～1.18と短く構成枚数も11枚～12枚と少なく前玉径も40ミリ近辺で小さく性能も良好である。しかし広角端でのFナンバーは、

での役割をもたせさらにはフォーカシング機能を持たせることも可能にしたものである。即ち本発明のズームレンズは、物体側から順に負レンズ、正レンズ、正レンズの3枚のレンズにて構成され全体として正の焦点距離を有する第1群と、負レンズ、負レンズ、正レンズの3枚のレンズにて構成され全体として負の焦点距離を有し変倍時に可動であつて主として変倍作用をする第2群と、1枚、2枚又は3枚のレンズにて構成され全体として正の焦点距離を有し常時固定であつて射出側でほぼアフォーカルにする役割をなし非球面を含む第3群と、第3群より少し大きく空気間隔をあけて負レンズ、正レンズ、正レンズ又は正レンズ、負レンズ、負レンズの3枚にて構成され全体として正の焦点距離を有し変倍時に生ずる焦点位置の変動をなくすいわゆるコンペンセーターの役割を有すると共に合焦のために可動である第4群とより構成されている。

このように本発明は、焦点位置の移動の補正とフォーカシングとは同様のものであることに着目

し、変倍時に生ずる焦点位置の移動の補正と合焦とを僅か3枚のレンズにて構成されている第4群のリレーレンズ系に集中して持たせたことと、第3群固定群の一部に非球面を用いたことを特徴とするものである。

このように群の偏芯による影響のでやすい第1群を固定することによつて偏芯による性能の劣化を小さくすることが出来、さらにオートフォーカスを採用した場合、これを大きくて重い第1群で行なうのではなく軽量の第4群で行なうことにより応答性を良好にし、又消費電力を少なくする等が可能となる。また第1群によるフォーカシングの欠点である近距離物点にフォーカシングした時の軸外光束のけられにより最至近距離をより近くすることが出来ない点や、それを近くするために前玉径を大きくしなければならない点をこの第4群によるフォーカシング方式を用いることによつて解消し得る。

また従来例においては、変倍時の焦点位置の変動の補正をバリエーターのすぐ次のレンズによつ

アフォーカル度を示したのが条件(1)である。この条件(1)より外れると望遠端における球面収差がフォーカシングにより著しく変動するので好ましくない。

本発明のズームレンズは、レンズ構成枚数を10～12枚にとどめている。現在実用化されているズームレンズのうち最も代表的なズームレンズでは、コンベンセーターとエレクトーとリレーレンズのうちの前群つまり絞りの近くに配置されているレンズが合わせて6枚のレンズを使用している。しかし本発明のズームレンズはこれを1枚～3枚のレンズにとどめ構成枚数を大幅に削減している。

従来のズームレンズが前述のように絞りの近辺に6枚もの多くのレンズを配置したのは、その中にコンベンセーターが独立して含まれていることに加えて大口徑比を保ちつつ球面収差を良好に補正しなければならないためである。したがつて本発明のズームレンズのように、この部分のレンズを大幅に減らして3～5枚のレンズにて構成した場合当然球面収差が補正不足になる。

て行なっているが、本発明においてはこの補正機能をも第4群に併せ持たせるようにして機能集中型にすることによつて低コスト化をはかっている。このように第4群にフォーカシングと焦点位置補正機能を集中して持たせることによつて多くのメリットが得られる。しかしこれによつて第4群の移動によつて生ずる収差の変動による結像性能の劣化を考慮しなければならない。この第4群の移動による収差変動は、球面収差において著しい。この球面収差の変動を防ぐには一定の条件が必要である。この条件を示したのが次の条件(1)である。

$$(1) \quad \left| \frac{f_T}{f_{AT}} \right| < 0.6$$

ただし  $f_T$  は望遠端における全系の焦点距離、 $f_{AT}$  は望遠端における第1群から第3群までの合成焦点距離である。

第4群の移動による球面収差の変動を小さくするためには、この第4群の移動による軸上光線高の変動を少なくすればよい。つまり第1群から第3群までがほぼアフォーカルになればよい。この

したがつてこの部分のレンズ枚数を大幅に減少させるためには、この部分に非球面を導入する必要がある。その場合に用いる非球面としてはその面が発散面の場合、光軸上での曲率半径よりも径の外側へ向かうにしたがつて強い発散力を有する面逆にその面が収斂面である場合は、光軸上での曲率半径よりも径の外側へ向かうにしたがつて弱い収斂面を有する面にすればよい。このようにすることによつて負の大きな球面収差を補正又は緩和することが出来る。

前述のようにズームレンズ系全体としては負の球面収差が発生しやすい傾向がある。そしてレンズ系全体のうち第3群の正レンズが特に大きな球面収差を発生する。したがつて本発明では後に述べる各実施例のようにこの第3群中の正レンズに非球面を設けるようにした。又実施例6のようにこの正レンズの前に球面レンズを設ければベッツェル和の補正にとつて有効である。

本発明のズームレンズは、以上のようにして従来例では少なくとも13枚のレンズを必要として

いたものを更に減少させて10枚～12枚のレンズにて構成ししかも小型軽量化高性能化を大口径比、高変倍比を保ちながら行ない得た。更にリアフォーカスを採用することによつてフォーカシングの軽量化、前群の偏芯量の軽減、クローズアップフォーカシングの容易化も実現したものである。

本発明のズームレンズは、更に次の条件(2)～条件(6)を満足せしめることによつてより高性能にし得る。

$$(2) \quad 0.53 < (e_{2W} - e_{2T}) / e_{2W} < 0.77$$

$$(3) \quad 0.9 < f_N / \sqrt{f_W \cdot f_T} < 1.4$$

$$(4) \quad n_{4T1} \text{ 又は } n_{4T2} > 1.55$$

$$(5) \quad \nu_{4T1} \text{ 又は } \nu_{4T2} > 45$$

$$(6) \quad \text{光軸の高さ } y = f_{\frac{1}{4}} \text{ において}$$

$$0.1 \times 10^{-2} < \frac{dx}{\sqrt{f_W \cdot f_T}} < 0.5 \times 10^{-1}$$

ただし  $f_W$  は広角端における全系の合成焦点距離、

くなり好ましいがバリエーターのパワーが弱くなる程又バリエーターが第3群に近づく程全系のベッツパール和が正の大きな値をとるようになり好ましくない。それは、バリエーターの負のパワーが弱くなることのほかに第3群、第4群の正のパワーが強くなるためである。したがつてこの条件(2)の上限を越えるとベッツパール和が正の大きな値をとり易く、下限を越えるとバリエーターのパワーが強くなりズームリングによる収差変動が大きくなり易い。

条件(3)は第4群の合成焦点距離を規定したものである。この条件の上限を越えると第4群のレンズ径が増大しフォーカシング移動量も増大するので好ましくない。また条件(3)の下限を越えると全系のベッツパール和が正方向に増大し好ましくない。

条件(4)、(5)はフォーカシング群の正レンズの屈折率とアッペ数を規定したものである。

条件(4)の下限を越えると負の球面収差や正のベッツパール和が増大したりフォーカシングによる

$f_T$  は望遠端における全系の合成焦点距離、 $f_N$  は第3群の合成焦点距離、 $f_W$  は第4群の合成焦点距離、 $e_{2W}$  は第2群と第3群の広角端における主点間隔、 $e_{2T}$  は第2群と第3群の望遠端における主点間隔、 $n_{4T1}$  は第4群の物体側から1番目の正レンズの屈折率、 $n_{4T2}$  は第4群の物体側から2番目の正レンズの屈折率、 $\nu_{4T1}$  は第4群の物体側から1番目の正レンズのアッペ数、 $\nu_{4T2}$  は第4群の物体側から2番目の正レンズのアッペ数である。又  $dx$  は上記非球面を光軸方向を  $x$  軸、これと垂直方向を  $y$  軸にし、光軸上での曲率半径を  $r$  とした時に次の式にて表わした場合の  $Ey^4 + Fy^6 + Gy^8 + Hy^{10}$  の値である。

$$\begin{aligned} x &= \frac{y^2}{r + \sqrt{r^2 - y^2}} + dx \\ &= \frac{y^2}{r + \sqrt{r^2 - y^2}} + Ey^4 + Fy^6 + Gy^8 + Hy^{10} \end{aligned}$$

条件(2)はバリエーターである第2群の可動範囲を規定したものである。バリエーターの可動範囲を大きくとる程ズームリングによる収差変動は少な

球面収差の変動量が望遠端において大きくなりやすく好ましくない。

又条件(5)の下限を越えると倍率の色収差が補正不足になりやすく好ましくない。

条件(6)は第3群に導入した非球面の光軸上での曲率半径の球面からの偏奇量を規定したものである。先に述べたように球面系の場合負の大きな球面収差になるところをこの非球面で補正又は緩和している。

条件(6)の下限を越えると球面収差が補正不足になりやすく、上限を越えると逆に補正過剰になり易くまた非球面レンズの製造上の偏芯が性能劣化をきたしやすくなる。

尚本発明のズームレンズは第4群によるリアフォーカスを採用しているが、第4群をコンベンセーターの役割にのみとどめて、フォーカシングを第1群にて行なうようにすることもできる。

#### 〔実施例〕

次に本発明ズームレンズの各実施例を示す。

#### 実施例1

$$f = 9 \sim 54, \quad F_{1.2} \sim F_{1.6}, \quad \omega = 24.0^\circ \sim 4.2^\circ$$

$$r_1 = 136.4522$$

$$d_1 = 1.2000 \quad n_1 = 1.78472 \quad \nu_1 = 25.68$$

$$r_2 = 45.5412$$

$$d_2 = 0.4300$$

$$r_3 = 52.0966$$

$$d_3 = 5.2000 \quad n_2 = 1.60311 \quad \nu_2 = 60.70$$

$$r_4 = -110.7151$$

$$d_4 = 0.3000$$

$$r_5 = 28.1126$$

$$d_5 = 4.6000 \quad n_3 = 1.60311 \quad \nu_3 = 60.70$$

$$r_6 = 94.9491$$

$$d_6 = D_1$$

$$r_7 = 32.1699$$

$$d_7 = 1.0000 \quad n_4 = 1.83400 \quad \nu_4 = 37.16$$

$$r_8 = 11.7760$$

$$d_8 = 4.4000$$

$$r_9 = -16.2664$$

$$d_9 = 1.0000 \quad n_5 = 1.69350 \quad \nu_5 = 53.23$$

$$r_{10} = 19.2228$$

$$d_{20} = 0.1500$$

$$r_{21} = 21.0260$$

$$d_{21} = 3.0000 \quad n_{11} = 1.69680 \quad \nu_{11} = 55.52$$

$$r_{22} = 102.2181$$

$$d_{22} = D_4$$

$$r_{23} = \infty$$

$$d_{23} = 5.5500 \quad n_{12} = 1.51633 \quad \nu_{12} = 64.15$$

$$r_{24} = \infty$$

f	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>4</sub>
9	1.000	31.202	11.724	5.321
31.5	15.130	17.072	10.316	6.729
54	24.202	8.000	14.045	3.000

$r_{14}$  の非球面係数

$$B = 0, \quad E = 0.19065 \times 10^{-4},$$

$$F = 0.18593 \times 10^{-7}, \quad G = 0.86718 \times 10^{-9}$$

$$H = -0.20441 \times 10^{-11},$$

$$f_{T/f_{AT}} = 0.3989, \quad (e_{2W} - e_{2T})/e_{2W} = 0.5851$$

$$f_N/\sqrt{f_W \cdot f_T} = 1.1699, \quad n_{4T2} = 1.69680$$

$$d_{10} = 3.0000 \quad n_6 = 1.84666 \quad \nu_6 = 23.78$$

$$r_{11} = -130.9153$$

$$d_{11} = D_2$$

$$r_{12} = \infty \text{ (絞り)}$$

$$d_{12} = 3.5000$$

$$r_{13} = -188.7770$$

$$d_{13} = 2.2000 \quad n_7 = 1.49216 \quad \nu_7 = 57.50$$

$$r_{14} = -32.2986 \text{ (非球面)}$$

$$d_{14} = 0.3000$$

$$r_{15} = 16.7325$$

$$d_{15} = 3.2000 \quad n_8 = 1.69680 \quad \nu_8 = 55.52$$

$$r_{16} = 25.4294$$

$$d_{16} = D_3$$

$$r_{17} = 12.25929$$

$$d_{17} = 1.0500 \quad n_9 = 1.84666 \quad \nu_9 = 23.78$$

$$r_{18} = 15.8541$$

$$d_{18} = 0.3000$$

$$r_{19} = 17.2257$$

$$d_{19} = 5.7000 \quad n_{10} = 1.69680 \quad \nu_{10} = 55.52$$

$$r_{20} = -43.0442$$

$$n_{4T3} = 1.69680, \quad \nu_{4T2} = 55.52, \quad \gamma = 6.447$$

$$\nu_{4T3} = 55.52, \quad |dx|/\sqrt{f_W \cdot f_T} = 0.1663 \times 10^{-2}$$

## 実施例 2

$$f = 8.5 \sim 51, \quad F_{1.2} \sim F_{1.4}, \quad \omega = 25.2^\circ \sim 4.5^\circ$$

$$r_1 = 130.1757$$

$$d_1 = 1.2000 \quad n_1 = 1.80518 \quad \nu_1 = 25.43$$

$$r_2 = 46.8946$$

$$d_2 = 0.4500$$

$$r_3 = 54.0384$$

$$d_3 = 5.7000 \quad n_2 = 1.60311 \quad \nu_2 = 60.70$$

$$r_4 = -105.5816$$

$$d_4 = 0.2000$$

$$r_5 = 29.1893$$

$$d_5 = 4.6000 \quad n_3 = 1.60311 \quad \nu_3 = 60.70$$

$$r_6 = 94.3091$$

$$d_6 = D_1$$

$$r_7 = 25.8482$$

$$d_7 = 1.0000 \quad n_4 = 1.83400 \quad \nu_4 = 37.16$$

$$r_8 = 11.2014$$

$d_8 = 4.6000$   
 $r_9 = -15.1580$   
 $d_9 = 1.0000 \quad n_5 = 1.69350 \quad \nu_5 = 53.23$   
 $r_{10} = 15.7923$   
 $d_{10} = 3.1000 \quad n_6 = 1.84666 \quad \nu_6 = 23.78$   
 $r_{11} = -838.4934$   
 $d_{11} = D_2$   
 $r_{12} = \infty$  (絞り)  
 $d_{12} = 1.5000$   
 $r_{13} = 18.8920$  (非球面)  
 $d_{13} = 5.4000 \quad n_7 = 1.51728 \quad \nu_7 = 69.56$   
 $r_{14} = -96.3186$   
 $d_{14} = D_3$   
 $r_{15} = 235.4475$   
 $d_{15} = 1.2000 \quad n_8 = 1.84666 \quad \nu_8 = 23.78$   
 $r_{16} = 19.3020$   
 $d_{16} = 0.4200$   
 $r_{17} = 22.2480$   
 $d_{17} = 4.6000 \quad n_9 = 1.72916 \quad \nu_9 = 54.68$   
 $r_{18} = -38.6677$

$$n_{4T3} = 1.72916, \quad \nu_{4T2} = 54.68$$

$$\nu_{4T3} = 54.68, \quad y = 6.983$$

$$|dx|/\sqrt{f_W \cdot f_T} = 0.3337 \times 10^{-2}$$

## 実施例 3

$$f = 8.5 \sim 51, \quad F_{1.2} \sim F_{1.4}, \quad \omega = 25.2^\circ \sim 4.5^\circ$$

$$r_1 = 128.1179$$

$$d_1 = 1.2000 \quad n_1 = 1.80518 \quad \nu_1 = 25.43$$

$$r_2 = 46.5119$$

$$d_2 = 0.4500$$

$$r_3 = 53.1820$$

$$d_3 = 5.7000 \quad n_2 = 1.60311 \quad \nu_2 = 60.70$$

$$r_4 = -105.7320$$

$$d_4 = 0.2000$$

$$r_5 = 28.6610$$

$$d_5 = 4.6000 \quad n_3 = 1.60311 \quad \nu_3 = 60.70$$

$$r_6 = 86.8570$$

$$d_6 = D_1$$

$$r_7 = 24.2229$$

$$d_7 = 1.0000 \quad n_4 = 1.83400 \quad \nu_4 = 37.16$$

$d_{18} = 0.1500$   
 $r_{19} = 20.9264$   
 $d_{19} = 5.4000 \quad n_{10} = 1.72916 \quad \nu_{10} = 54.68$   
 $r_{20} = 50.5497$   
 $d_{20} = D_4$   
 $r_{21} = \infty$   
 $d_{21} = 5.5500 \quad n_{11} = 1.51633 \quad \nu_{11} = 64.15$   
 $r_{22} = \infty$   

f	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>4</sub>
8.5	1.100	31.576	12.777	3.488
29.75	15.225	17.452	10.462	5.803
51	24.676	8.000	13.265	3.000

 $r_{13}$  の非球面係数  
 $B = 0, \quad E = -0.19894 \times 10^{-4}$   
 $F = -0.39811 \times 10^{-6}, \quad G = 0.43252 \times 10^{-8}$   
 $H = -0.16404 \times 10^{-10}$   
 $f_{T/f_M} = 0.3727, \quad (e_{2W} - e_{2T})/e_{2W} = 0.6178$   
 $f_N/\sqrt{f_W \cdot f_T} = 1.2671, \quad n_{4T2} = 1.72916$

$$r_8 = 10.8691$$

$$d_8 = 4.6000$$

$$r_9 = -15.0869$$

$$d_9 = 1.0000 \quad n_5 = 1.69350 \quad \nu_5 = 53.23$$

$$r_{10} = 15.9116$$

$$d_{10} = 3.1000 \quad n_6 = 1.84666 \quad \nu_6 = 23.78$$

$$r_{11} = -254.98318$$

$$d_{11} = D_2$$

$$r_{12} = \infty$$
 (絞り)

$$d_{12} = 1.5000$$

$$r_{13} = 22.1812$$
 (非球面)

$$d_{13} = 5.4000 \quad n_7 = 1.72916 \quad \nu_7 = 54.68$$

$$r_{14} = -110.7192$$

$$d_{14} = 0.5000$$

$$r_{15} = 79.6360$$

$$d_{15} = 1.0000 \quad n_8 = 1.80518 \quad \nu_8 = 25.43$$

$$r_{16} = 47.6688$$

$$d_{16} = D_3$$

$$r_{17} = 224.7020$$

$$d_{17} = 1.2000 \quad n_9 = 1.84666 \quad \nu_9 = 23.78$$

$$r_{18} = 18.9080$$

$$d_{18} = 0.3000$$

$$r_{19} = 21.4060$$

$$d_{19} = 4.6000 \quad n_{10} = 1.72916 \quad \nu_{10} = 54.68$$

$$r_{20} = -52.2858$$

$$d_{20} = 0.1500$$

$$r_{21} = 22.1507$$

$$d_{21} = 5.4000 \quad n_{11} = 1.72916 \quad \nu_{11} = 54.68$$

$$r_{22} = 14.16138$$

$$d_{22} = D_4$$

$$r_{23} = \infty$$

$$d_{23} = 5.5500 \quad n_{12} = 1.51633 \quad \nu_{12} = 64.15$$

$$r_{24} = \infty$$

f	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>4</sub>
8.5	1.100	31.474	11.771	3.209
29.75	15.192	17.382	9.329	5.651
51	24.574	8.000	11.980	3.000

$r_{15}$  の非球面係数

$$B = 0, \quad E = -0.17403 \times 10^{-4}$$

$$F = -0.72256 \times 10^{-7}, \quad G = 0.70790 \times 10^{-9}$$

$$d_5 = 4.0000 \quad n_3 = 1.60311 \quad \nu_3 = 60.70$$

$$r_6 = 43.7477$$

$$d_6 = D_1$$

$$r_7 = 28.0453$$

$$d_7 = 1.0000 \quad n_4 = 1.83400 \quad \nu_4 = 37.16$$

$$r_8 = 11.2710$$

$$d_8 = 4.2000$$

$$r_9 = -13.8917$$

$$d_9 = 1.0000 \quad n_5 = 1.69350 \quad \nu_5 = 53.23$$

$$r_{10} = 15.7009$$

$$d_{10} = 3.0000 \quad n_6 = 1.84666 \quad \nu_6 = 23.78$$

$$r_{11} = 825.0468$$

$$d_{11} = D_2$$

$$r_{12} = \infty \text{ (絞り)}$$

$$d_{12} = 2.5000$$

$$r_{13} = 298.9361$$

$$d_{13} = 3.8000 \quad n_7 = 1.69680 \quad \nu_7 = 55.52$$

$$r_{14} = -25.6723$$

$$d_{14} = 0.3000$$

$$r_{15} = 11.6132 \text{ (非球面)}$$

$$H = -0.26270 \times 10^{-11}$$

$$f_T / f_{AT} = 0.3724, \quad (e_{2W} - e_{2T}) / e_{2W} = 0.6342$$

$$f_N / \sqrt{f_W \cdot f_T} = 1.2267, \quad n_{4T2} = 1.72916$$

$$n_{4T3} = 1.72916, \quad \nu_{4T2} = 54.68$$

$$\nu_{4T3} = 54.68, \quad y = 7.513$$

$$|dx| / \sqrt{f_W \cdot f_T} = 0.2850 \times 10^{-2}$$

#### 実施例 4

$$f = 9 \sim 54, \quad F_{1.2} \sim F_{1.6}, \quad \omega = 24.0^\circ \sim 4.2^\circ$$

$$r_1 = 105.8705$$

$$d_1 = 1.2000 \quad n_1 = 1.78472 \quad \nu_1 = 25.68$$

$$r_2 = 40.4395$$

$$d_2 = 0.5500$$

$$r_3 = 46.8292$$

$$d_3 = 6.3000 \quad n_2 = 1.60311 \quad \nu_2 = 60.70$$

$$r_4 = -73.5457$$

$$d_4 = 0.3000$$

$$r_5 = 23.6316$$

$$d_{15} = 4.2000 \quad n_8 = 1.49216 \quad \nu_8 = 57.50$$

$$r_{16} = 17.2213$$

$$d_{16} = 4.0000$$

$$r_{17} = -32.6196$$

$$d_{17} = 1.0000 \quad n_9 = 1.80518 \quad \nu_9 = 25.43$$

$$r_{18} = -517.4649$$

$$d_{18} = D_3$$

$$r_{19} = 70.1106$$

$$d_{19} = 1.0500 \quad n_{10} = 1.84666 \quad \nu_{10} = 23.78$$

$$r_{20} = 16.3288$$

$$d_{20} = 0.8000$$

$$r_{21} = 22.9930$$

$$d_{21} = 4.3000 \quad n_{11} = 1.69680 \quad \nu_{11} = 55.52$$

$$r_{22} = -63.0904$$

$$d_{22} = 0.1500$$

$$r_{23} = 20.0540$$

$$d_{23} = 4.4000 \quad n_{12} = 1.69680 \quad \nu_{12} = 55.52$$

$$r_{24} = -117.5507$$

$$d_{24} = D_4$$

$$r_{25} = \infty$$



$$d_{25} = 5.5500 \quad n_{13} = 1.51633 \quad \nu_{13} = 64.15$$

$$r_{20} = \infty$$

f	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>4</sub>
9	1.0000	29.749	8.009	2.726
31.5	14.339	16.409	5.340	5.396
54	22.749	8.000	7.736	3.000

$r_{15}$  の非球面係数

$$B = 0, \quad E = -0.16980 \times 10^{-4}$$

$$F = -0.22166 \times 10^{-6}, \quad G = 0.13650 \times 10^{-8}$$

$$H = -0.18169 \times 10^{-10}$$

$$f_{T/f_{AT}} = 0.3050, \quad (e_{2W} - e_{2T})/e_{2W} = 0.6930$$

$$f_{N/\sqrt{f_W \cdot f_T}} = 1.0059, \quad n_{4T2} = 1.69680$$

$$n_{4T3} = 1.69680, \quad \nu_{4T2} = 55.52$$

$$\nu_{4T3} = 55.52, \quad \gamma = 7.1515$$

$$|dx|/\sqrt{f_W \cdot f_T} = 0.3230 \times 10^{-2}$$

実施例 5

$$f = 9 \sim 54, \quad F_{1.2} \sim F_{1.6}, \quad \omega = 24.0^\circ \sim 4.2^\circ$$

$$r_1 = 108.1833$$

$$d_{11} = D_2$$

$$r_{12} = \infty \text{ (絞り)}$$

$$d_{12} = 4.0000$$

$$r_{13} = 18.1716$$

$$d_{13} = 4.4000 \quad n_7 = 1.69680 \quad \nu_7 = 55.52$$

$$r_{14} = 126.5183 \text{ (非球面)}$$

$$d_{14} = 1.2500$$

$$r_{15} = -235.3575$$

$$d_{15} = 1.0000 \quad n_8 = 1.80518 \quad \nu_8 = 25.43$$

$$r_{16} = 75.4923$$

$$d_{16} = D_3$$

$$r_{17} = 293.7727$$

$$d_{17} = 3.2000 \quad n_9 = 1.77250 \quad \nu_9 = 49.66$$

$$r_{18} = -31.7027$$

$$d_{18} = 0.1500$$

$$r_{19} = 22.0291$$

$$d_{19} = 6.9000 \quad n_{10} = 1.56873 \quad \nu_{10} = 63.16$$

$$r_{20} = -16.1350$$

$$d_{20} = 1.0000 \quad n_{11} = 1.80518 \quad \nu_{11} = 25.43$$

$$r_{21} = -305.8576$$

$$d_1 = 1.2000 \quad n_1 = 1.78472 \quad \nu_1 = 25.68$$

$$r_2 = 43.4391$$

$$d_2 = 0.7300$$

$$r_3 = 54.1589$$

$$d_3 = 6.2000 \quad n_2 = 1.60311 \quad \nu_2 = 60.70$$

$$r_4 = -74.8773$$

$$d_4 = 0.2500$$

$$r_5 = 24.6775$$

$$d_5 = 3.8000 \quad n_3 = 1.60311 \quad \nu_3 = 60.70$$

$$r_6 = 42.2293$$

$$d_6 = D_1$$

$$r_7 = 36.4655$$

$$d_7 = 1.0000 \quad n_4 = 1.83400 \quad \nu_4 = 37.16$$

$$r_8 = 12.5593$$

$$d_8 = 4.3000$$

$$r_9 = -15.2604$$

$$d_9 = 1.0000 \quad n_5 = 1.69350 \quad \nu_5 = 53.23$$

$$r_{10} = 20.9528$$

$$d_{10} = 2.7000 \quad n_6 = 1.84666 \quad \nu_6 = 23.78$$

$$r_{11} = -96.7933$$

$$d_{21} = D_4$$

$$r_{22} = \infty$$

$$d_{22} = 5.5500 \quad n_{12} = 1.51633 \quad \nu_{12} = 64.15$$

$$r_{23} = \infty$$

f	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>4</sub>
9	1.600	30.966	9.817	4.091
31.5	16.105	16.461	8.051	5.856
54	26.566	6.000	10.907	3.000

$r_{24}$  の非球面係数

$$B = 0, \quad E = 0.32548 \times 10^{-4}$$

$$F = 0.51728 \times 10^{-7}, \quad G = 0.97062 \times 10^{-9}$$

$$H = -0.46200 \times 10^{-11}$$

$$f_{T/f_{AT}} = 0.1256, \quad (e_{2W} - e_{2T})/e_{2W} = 0.6895$$

$$f_{N/\sqrt{f_W \cdot f_T}} = 1.0484, \quad n_{4T1} = 1.77250$$

$$n_{4T2} = 1.56873, \quad \nu_{4T1} = 49.66$$

$$\nu_{4T2} = 63.16, \quad \gamma = 1.16455$$

$$|dx|/\sqrt{f_W \cdot f_T} = 0.2658 \times 10^{-1}$$

実施例 6

$$f = 9 \sim 54, F/1.2 \sim E/1.6, \omega = 24.0^\circ \sim 4.2^\circ$$

$$r_1 = 110.7213$$

$$d_1 = 1.2000 \quad n_1 = 1.78472 \quad \nu_1 = 25.68$$

$$r_2 = 42.8471$$

$$d_2 = 0.8000$$

$$r_3 = 53.8324$$

$$d_3 = 6.2000 \quad n_2 = 1.60311 \quad \nu_2 = 60.70$$

$$r_4 = -71.6879$$

$$d_4 = \frac{0.2500}{1.6879}$$

$$r_5 = 24.0417$$

$$d_5 = 4.0500 \quad n_3 = 1.60311 \quad \nu_3 = 60.70$$

$$r_6 = 41.7658$$

$$d_6 = D_1$$

$$r_7 = 36.8293$$

$$d_7 = 1.0000 \quad n_4 = 1.83400 \quad \nu_4 = 37.16$$

$$r_8 = 12.3933$$

$$d_8 = 4.3000$$

$$r_9 = -14.7862$$

$$d_9 = 1.0000 \quad n_5 = 1.69350 \quad \nu_5 = 53.23$$

$$r_{10} = 21.0272$$

$$d_{20} = 0.1500$$

$$r_{21} = 20.1366$$

$$d_{21} = 6.9000 \quad n_{11} = 1.56873 \quad \nu_{11} = 63.16$$

$$r_{22} = -15.5800$$

$$d_{22} = 1.0000 \quad n_{12} = 1.80518 \quad \nu_{12} = 25.43$$

$$r_{23} = -63.29448$$

$$d_{23} = D_4$$

$$r_{24} = \infty$$

$$d_{24} = 5.5500 \quad n_{13} = 1.51633 \quad \nu_{13} = 64.15$$

$$r_{25} = \infty$$

f	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>4</sub>
9	1.600	24.928	9.930	4.175
31.5	15.533	10.995	8.142	5.963
54	25.528	1.000	11.106	3.000

$r_{10}$  の非球面係数

$$B = 0, E = 0.35082 \times 10^{-4}$$

$$F = -0.12934 \times 10^{-6}, G = 0.18842 \times 10^{-6}$$

$$H = -0.77299 \times 10^{-11}$$

$$f_{T/f_{AT}} = 0.1580, (e_{2W} - e_{2T})/e_{2W} = 0.6555$$

$$d_{10} = 2.7000 \quad n_6 = 1.84666 \quad \nu_6 = 23.78$$

$$r_{11} = -9.77741$$

$$d_{11} = D_2$$

$$r_{12} = 37.9953$$

$$d_{12} = 1.3000 \quad n_7 = 1.49216 \quad \nu_7 = 57.50$$

$$r_{13} = 27.7833$$

$$d_{13} = 4.6000$$

$$r_{14} = \infty \text{ (絞り)}$$

$$d_{14} = 3.0000$$

$$r_{15} = 18.2296$$

$$d_{15} = 5.1000 \quad n_8 = 1.69680 \quad \nu_8 = 55.52$$

$$r_{16} = 41.86369 \text{ (非球面)}$$

$$d_{16} = 1.2000$$

$$r_{17} = -190.6035$$

$$d_{17} = \frac{1.0000}{1.6879}, n_9 = 1.80518 \quad \nu_9 = 25.43$$

$$r_{18} = 107.8231$$

$$d_{18} = D_3$$

$$r_{19} = -401.8114$$

$$d_{19} = 3.1000 \quad n_{10} = 1.77250 \quad \nu_{10} = 49.66$$

$$r_{20} = -29.7770$$

$$f_N/\sqrt{f_W \cdot f_T} = 1.0901, n_{4T1} = 1.77250$$

$$n_{4T2} = 1.56873, \nu_{4T1} = 49.66$$

$$\nu_{4T2} = 63.16, y = 10.9365$$

$$|dx|/\sqrt{f_W \cdot f_T} = 0.2813 \times 10^{-1}$$

実施例 7

$$f = 9 \sim 54, F/1.2 \sim E/1.6, \omega = 24.0^\circ \sim 4.2^\circ$$

$$r_1 = 81.1943$$

$$d_1 = 1.2000 \quad n_1 = 1.84666 \quad \nu_1 = 23.78$$

$$r_2 = 41.3496$$

$$d_2 = 1.0000$$

$$r_3 = 54.2560$$

$$d_3 = 6.0000 \quad n_2 = 1.60311 \quad \nu_2 = 60.70$$

$$r_4 = -73.0831$$

$$d_4 = 0.1500$$

$$r_5 = 23.2215$$

$$d_5 = 3.6000 \quad n_3 = 1.60311 \quad \nu_3 = 60.70$$

$$r_6 = 36.7678$$

$$d_6 = D_1$$

$$r_7 = 40.1769$$

$d_7 = 1.0000$     $n_4 = 1.83400$     $\nu_4 = 37.16$   
 $r_8 = 12.9522$   
 $d_8 = 4.6000$   
 $r_9 = -15.4899$   
 $d_9 = 1.0000$     $n_5 = 1.69350$     $\nu_5 = 53.23$   
 $r_{10} = 23.5602$   
 $d_{10} = 2.7000$     $n_6 = 1.84666$     $\nu_6 = 23.78$   
 $r_{11} = -116.1034$   
 $d_{11} = D_2$   
 $r_{12} = \infty$  (絞り)  
 $d_{12} = 1.5000$   
 $r_{13} = 20.4629$  (非球面)  
 $d_{13} = 3.6000$     $n_7 = 1.51728$     $\nu_7 = 69.56$   
 $r_{14} = 279.8324$   
 $d_{14} = D_3$   
 $r_{15} = 29.6757$   
 $d_{15} = 4.5000$     $n_8 = 1.69680$     $\nu_8 = 55.52$   
 $r_{16} = -45.8108$   
 $d_{16} = 0.1500$   
 $r_{17} = 21.7633$

$$\nu_{4T2} = 63.16, \quad y = 10.6198$$

$$|dx|/\sqrt{f_W \cdot f_T} = 0.1610 \times 10^{-1}$$

## 実施例 8

$f = 9 \sim 54$ ,  $F/1.2 \sim F/1.6$ ,  $\omega = 24.0^\circ \sim 4.2^\circ$   
 $r_1 = 113.4947$   
 $d_1 = 1.2000$     $n_1 = 1.78472$     $\nu_1 = 25.68$   
 $r_2 = 42.8581$   
 $d_2 = 0.5000$   
 $r_3 = 49.2608$   
 $d_3 = 6.2000$     $n_2 = 1.60311$     $\nu_2 = 60.70$   
 $r_4 = -81.1903$   
 $d_4 = 0.2500$   
 $r_5 = 24.9378$   
 $d_5 = 4.0500$     $n_3 = 1.60311$     $\nu_3 = 60.70$   
 $r_6 = 48.4677$   
 $d_6 = D_1$   
 $r_7 = 32.0153$   
 $d_7 = 1.0000$     $n_4 = 1.83400$     $\nu_4 = 37.17$   
 $r_8 = 11.6817$

$d_{17} = 5.7000$     $n_9 = 1.56873$     $\nu_9 = 63.16$   
 $r_{18} = -18.5093$   
 $d_{18} = 1.0000$     $n_{10} = 1.84666$     $\nu_{10} = 23.78$   
 $r_{19} = 62.6025$   
 $d_{19} = D_4$   
 $r_{20} = \infty$   
 $d_{20} = 5.5500$     $n_{11} = 1.51633$     $\nu_{11} = 64.15$   
 $r_{21} = \infty$   

f	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>4</sub>
9	1.400	30.071	18.270	3.997
31.5	15.566	15.905	16.436	5.832
54	25.471	6.000	19.268	3.000

$r_{13}$  の非球面係数  
 $B = 0$ ,  $E = -0.29540 \times 10^{-4}$   
 $F = 0.22548 \times 10^{-6}$ ,  $G = -0.35008 \times 10^{-8}$   
 $H = 0.14454 \times 10^{-10}$   
 $f_T/f_{AT} = 0.1639$ ,  $(e_{2W} - e_{2T})/e_{2W} = 0.6659$   
 $f_N/\sqrt{f_W \cdot f_T} = 1.0720$ ,  $n_{4T1} = 1.69680$   
 $n_{4T2} = 1.56873$ ,  $\nu_{4T1} = 55.52$

$d_8 = 4.6000$   
 $r_9 = -14.4459$   
 $d_9 = 1.0000$     $n_5 = 1.69350$     $\nu_5 = 53.23$   
 $r_{10} = 18.9976$   
 $d_{10} = 2.7000$     $n_6 = 1.84666$     $\nu_6 = 23.78$   
 $r_{11} = -130.4590$   
 $d_{11} = D_2$   
 $r_{12} = \infty$  (絞り)  
 $d_{12} = 1.0000$   
 $r_{13} = 30.2067$   
 $d_{13} = 1.3000$     $n_7 = 1.69895$     $\nu_7 = 30.12$   
 $r_{14} = 18.4716$   
 $d_{14} = 1.5000$   
 $r_{15} = 16.4313$  (非球面)  
 $d_{15} = 5.0000$     $n_8 = 1.69680$     $\nu_8 = 55.52$   
 $r_{16} = 309.6987$   
 $d_{16} = D_3$   
 $r_{17} = -70.3155$   
 $d_{17} = 2.7000$     $n_9 = 1.77250$     $\nu_9 = 49.66$   
 $r_{18} = -27.3036$

$$\begin{aligned}
 d_{10} &= 0.1500 \\
 r_{10} &= 19.6565 \\
 d_{19} &= 7.3000 \quad n_{10} = 1.56873 \quad \nu_{10} = 63.16 \\
 r_{20} &= -14.1118 \\
 d_{20} &= 1.0000 \quad n_{11} = 1.80518 \quad \nu_{11} = 25.43 \\
 r_{21} &= -148.9617 \\
 d_{21} &= D_1 \\
 r_{22} &= \infty \\
 d_{22} &= 5.5500 \quad n_{12} = 1.51633 \quad \nu_{12} = 64.15 \\
 r_{23} &= \infty
 \end{aligned}$$

f	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>4</sub>
9	1.600	29.852	12.620	3.933
31.5	15.088	16.364	10.664	5.888
54	24.452	7.000	13.553	3.000

$r_{13}$  の非球面係数

$$B = 0, \quad E = -0.25317 \times 10^{-4}$$

$$F = 0.14214 \times 10^{-7}, \quad G = -0.64436 \times 10^{-9}$$

$$H = 0.84177 \times 10^{-12}$$

$$f_{T/AT} = 0.2382, \quad (e_{2W} - e_{2T})/e_{2W} = 0.6065$$

のレンズよりなっている。又非球面は、第3群の物体側の面( $r_{13}$ )に設けてある。この実施例の  $f = 8.5, 29.75, 51$  の収差は、夫々第13図、第14図、第15図に、望遠端で近距離合焦時の収差は第16図に示してある。

実施例3は、第3群が正レンズと負レンズの2枚のレンズよりなり全体で11枚のレンズよりなる。非球面は第3群正レンズの物体側の面( $r_{13}$ )に設けられている。この実施例の  $f = 8.5, 29.75, 51$  の収差は第17図、第18図、第19図に、望遠端で近距離合焦時の収差は第20図に示してある。

実施例4は第4図の通りで第3群が2枚の正レンズと1枚の負レンズの3枚よりなり全体で12枚よりなっている。又非球面は、第3群の2枚目の正レンズの物体側の面( $r_{13}$ )に設けられている。この実施例の  $f = 9, 31.5, 54$  の収差は、第21図、第22図、第23図に、望遠端で近距離合焦時の収差は第24図に示してある。

実施例5は第5図の通りで第3群は正レンズと

$$f_N/\sqrt{f_W \cdot f_T} = 1.1939, \quad n_{4T1} = 1.77250$$

$$n_{4T2} = 1.56873, \quad \nu_{4T1} = 49.66$$

$$\nu_{4T2} = 63.16, \quad y = 9.4520$$

$$14x/\sqrt{f_W \cdot f_T} = 0.1036 \times 10^{-1}$$

ただし  $r_1, r_2, \dots$  はレンズ各面の曲率半径、 $d_1, d_2, \dots$  は各レンズの肉厚およびレンズ間隔、 $n_1, n_2, \dots$  は各レンズの屈折率、 $\nu_1, \nu_2, \dots$  は各レンズのアッベ数である。

上記実施例のうち、実施例1は第1図に示すレンズ構成で第3群が2枚の正レンズよりなりレンズ系全体で11枚のレンズよりなっている。尚非球面は第3群の物体側の正レンズの像側面( $r_{14}$ )に設けてある。又Fはフィルターである。この実施例の  $f = 9, 31.5, 54$  の各収差は第9図、第10図、第11図に、又望遠端で近距離に合焦した時の収差は第12図に示す通りである。

実施例2は第2図に示すレンズ構成で第3群が1枚の正レンズよりなり、レンズ系全体は10枚

負レンズの2枚からなり全体で11枚からなる。又非球面は正レンズの像側面( $r_{14}$ )に設けられている。この実施例の  $f = 9, 31.5, 54$  の収差は第25図、第26図、第27図に、望遠端で近距離合焦時の収差は第28図に示す通りである。

実施例6は第6図のように第3群が負レンズ、正レンズ、負レンズの3枚からなり全体で12枚よりなる。又非球面は正レンズの像側の面( $r_{16}$ )に設けられている。この実施例の  $f = 9, 31.5, 54$  の収差は第29図、第30図、第31図に、望遠端で近距離合焦時の収差は第32図に示す通りである。

実施例7は第7図の通りで第3群が1枚の正レンズよりなり全体で10枚のレンズである。非球面は第3群の正レンズの物体側の面( $r_{13}$ )に設けられている。この実施例の  $f = 9, 31.5, 54$  の収差は第33図、第34図、第35図に、望遠端で近距離合焦時の収差は第36図に示す通りである。

実施例8は第3群が負レンズと正レンズの2枚

のレンズよりなり、全体では11枚よりなる。非球面は第3群の正レンズの物体側の面( $r_{13}$ )に設けてある。この実施例の $f=9, 31.5, 54$ の収差は第37図、第38図、第39図に、望遠端で近距離合焦時の収差は第40図に示してある。

#### 〔発明の効果〕

本発明のズームレンズは、非球面を用いると共に従来のズームレンズのコンペンセーターをなくして第4群(リレーレンズ)にコンペンセーターの役割をもたせることによつて従来は少なくとも13枚のレンズを必要としたものを10~12枚のレンズ構成とし小型で、軽量で、大口径高変倍比でしかも高性になり得た。また第4群によるリアフォーカスをも可能にしフォーカシングの軽量化、前玉の偏芯量の軽減や容易にクローズアップフォーカシングが可能である等の効果をも有している。

#### 4. 図面の簡単な説明

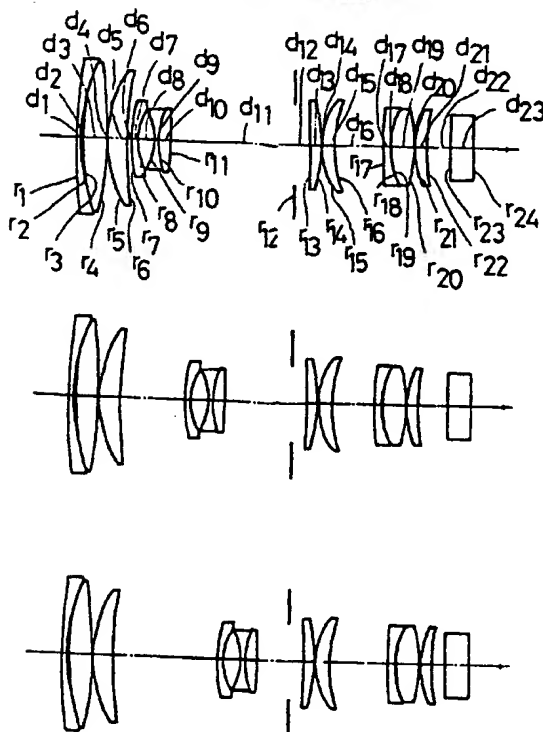
第1図乃至第8図は夫々本発明の実施例1乃至実施例8の断面図、第9図乃至第12図は実施例

1の収差曲線図、第13図乃至第16図は実施例2の収差曲線図、第17図乃至第20図は実施例3の収差曲線図、第21図乃至第24図は実施例4の収差曲線図、第25図乃至第28図は実施例5の収差曲線図、第29図乃至第32図は実施例6の収差曲線図、第33図乃至第36図は実施例7の収差曲線図、第37図乃至第40図は実施例8の収差曲線図である。

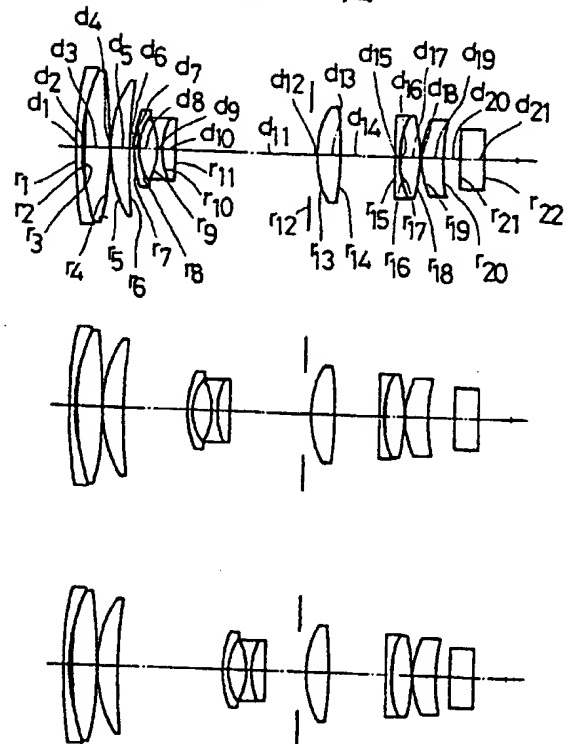
出願人 オリンパス光学工業株式会社

代理人 向 寛 二

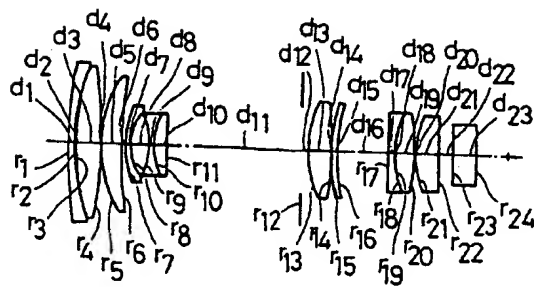
### 第1図



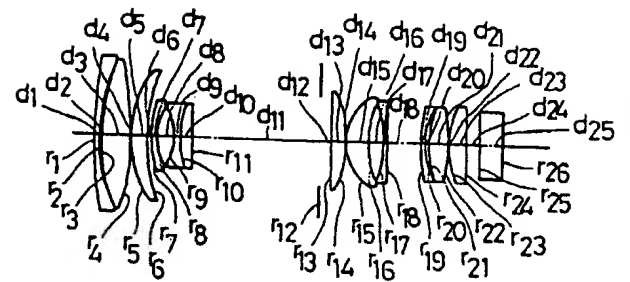
### 第2図



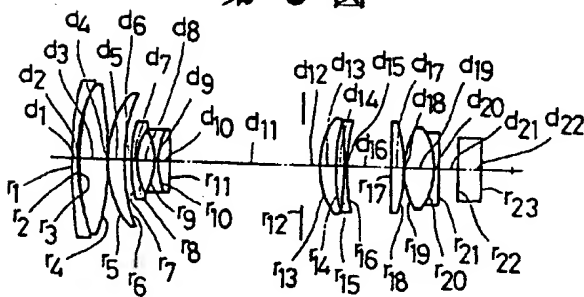
第 3 図



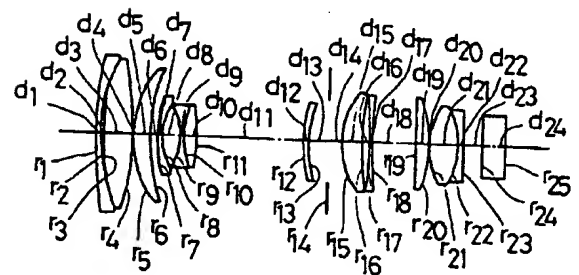
## 第 4 図



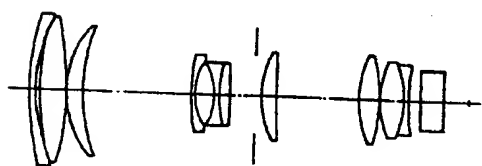
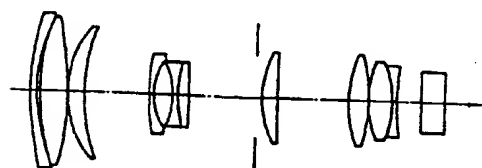
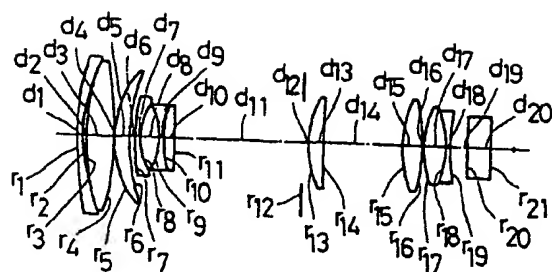
第 5 図



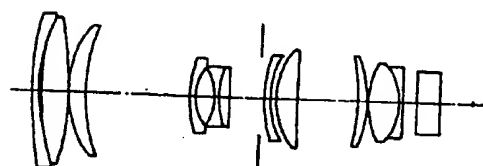
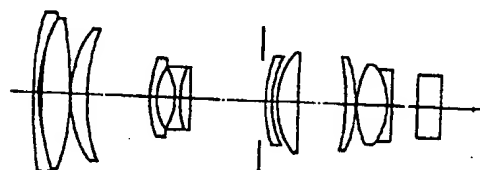
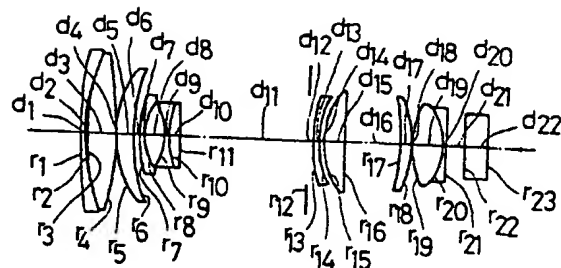
第 6 図



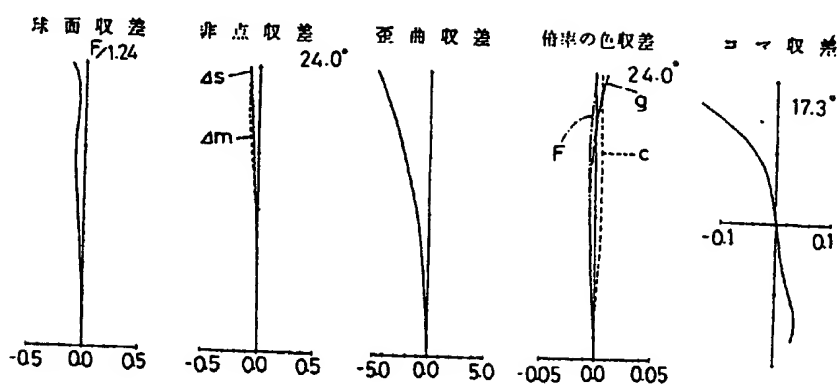
第 7 図



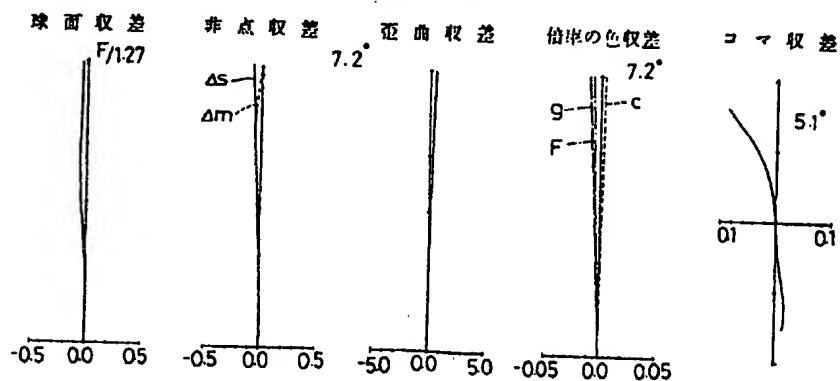
第 8 図



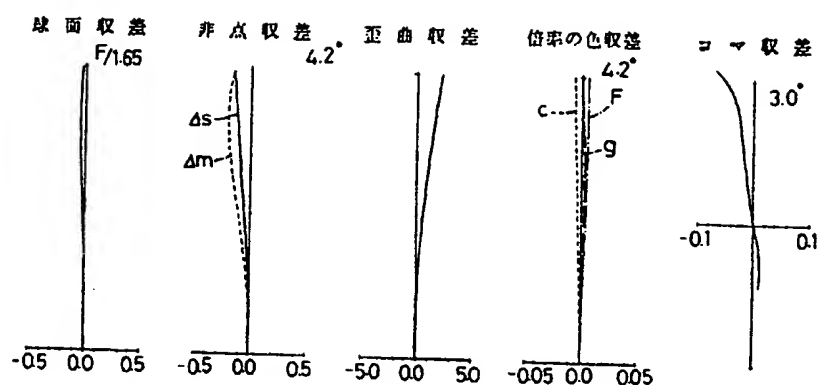
第 9 図



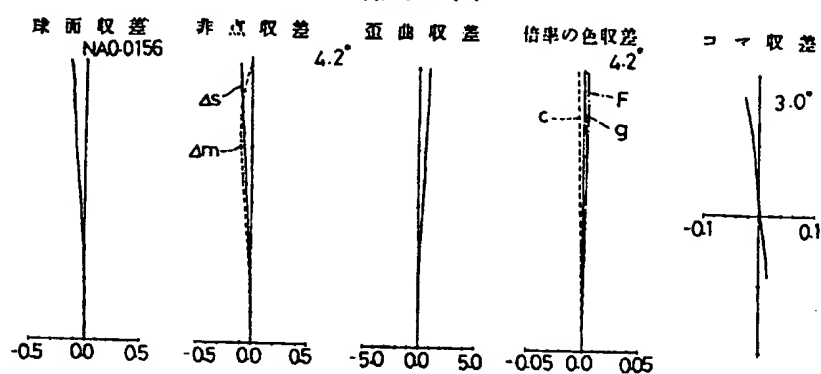
第 10 図



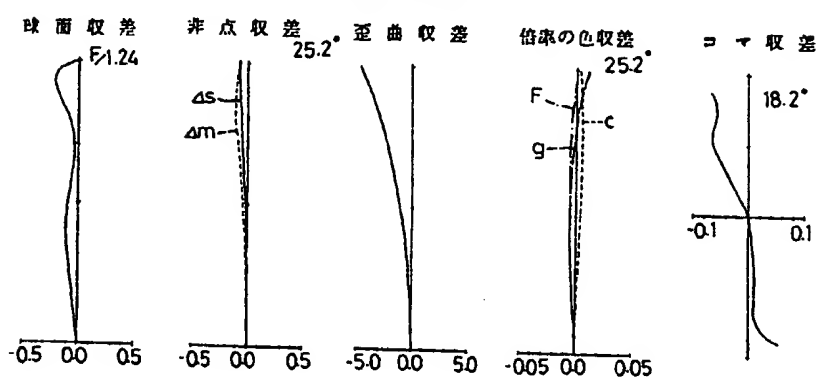
第 11 図



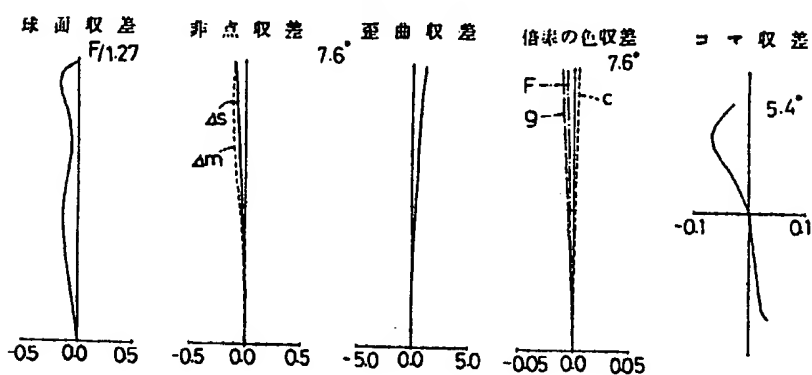
第 12 図



第 13 図

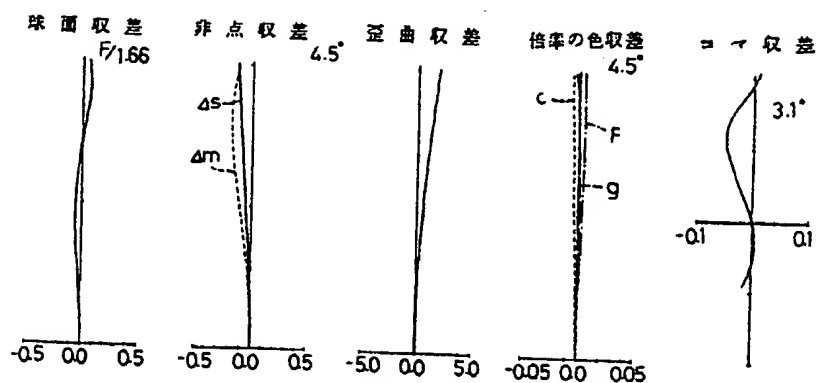


第 14 図

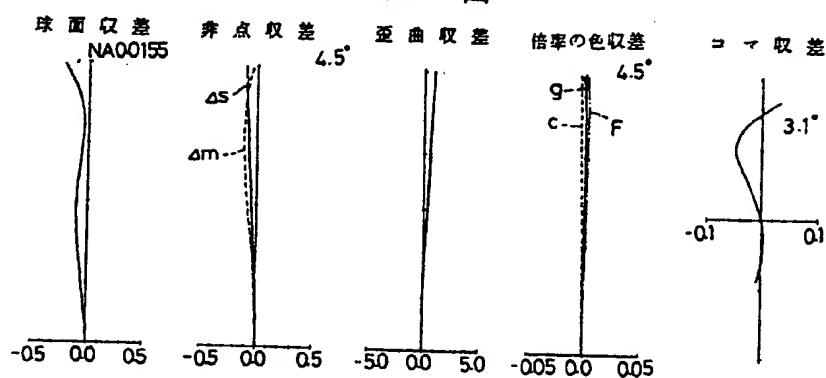




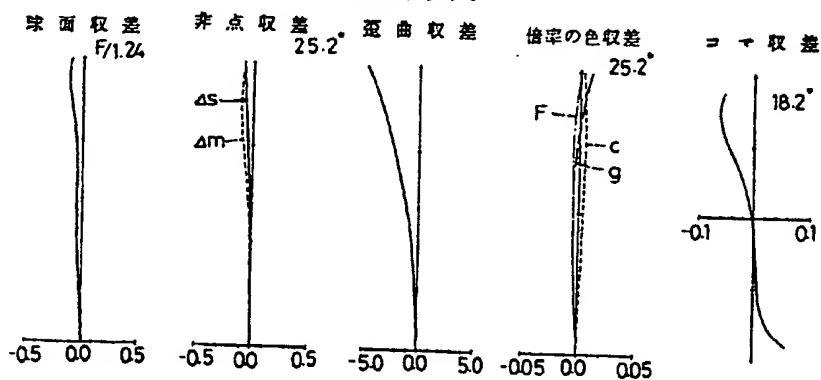
第 15 図



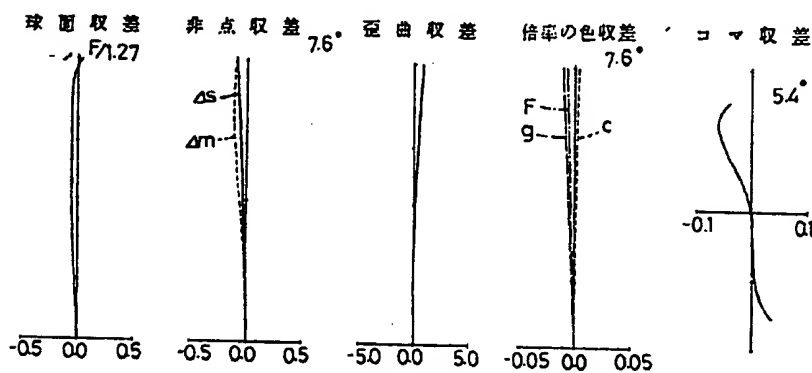
第 16 図



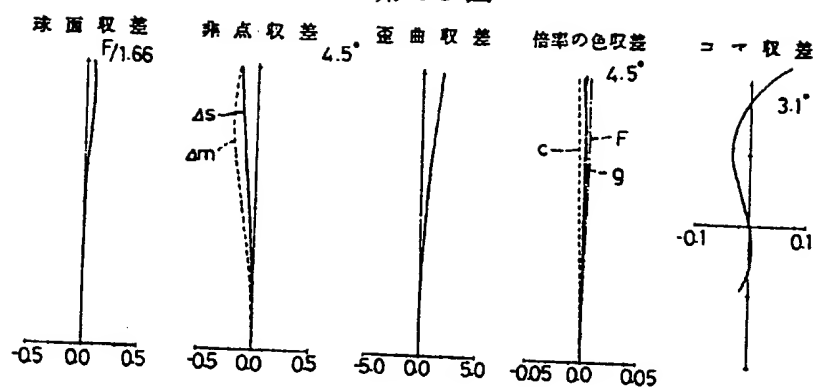
第 17 図



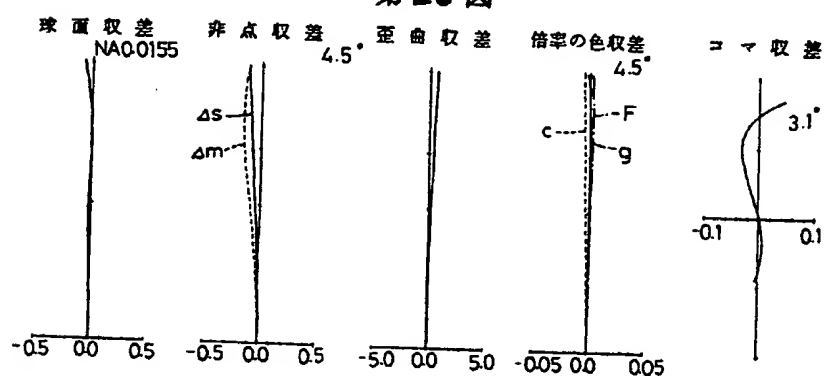
第 18 図



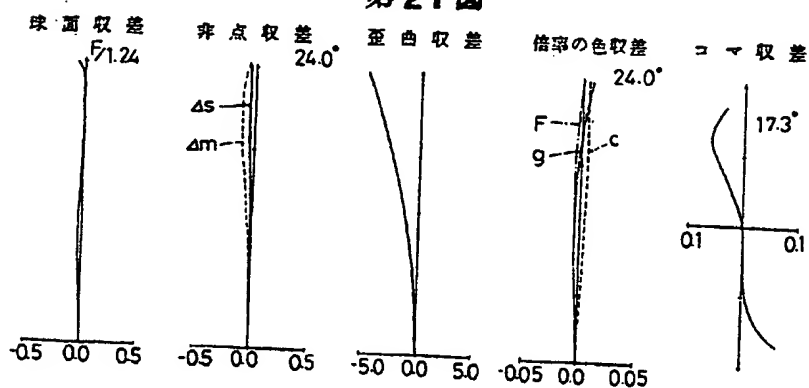
第19図



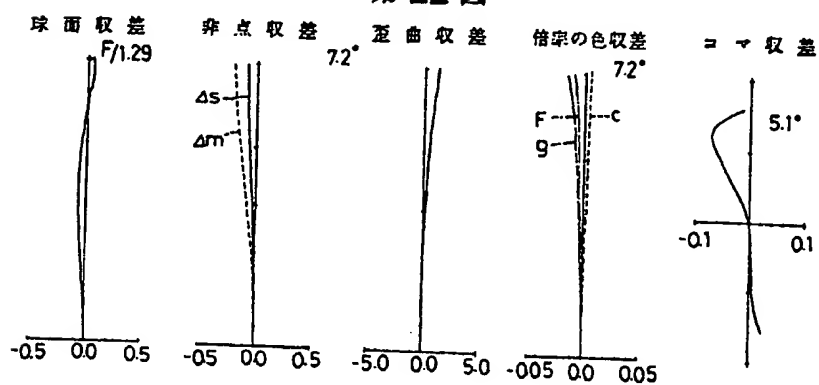
第20図



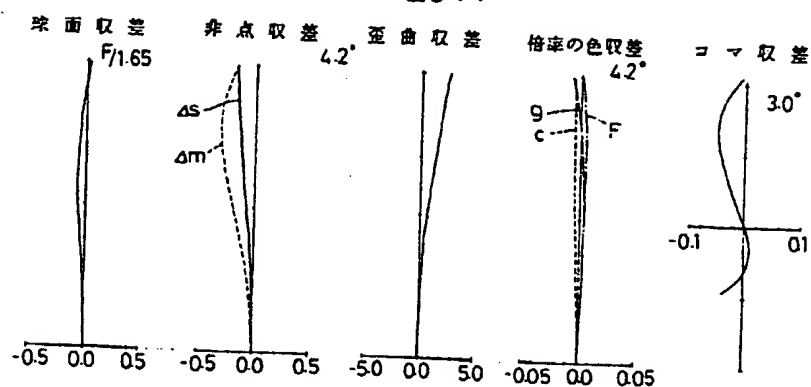
第21図



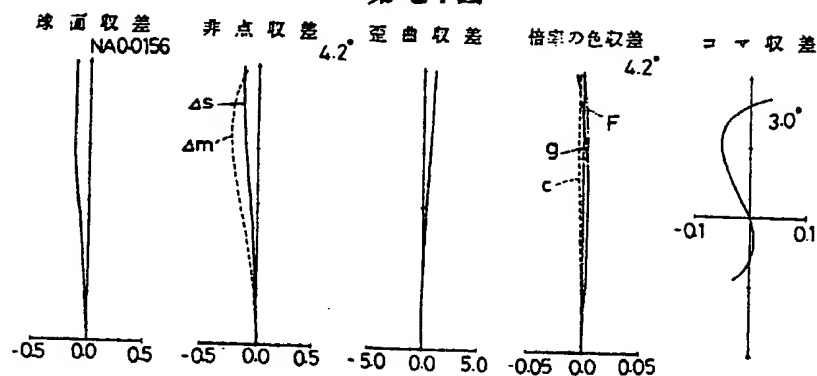
第22図



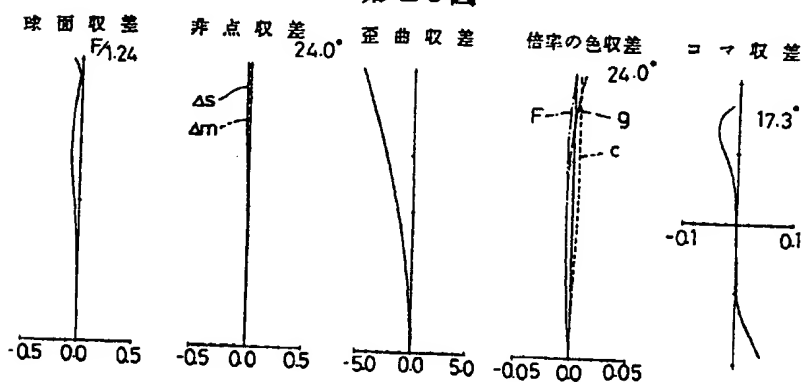
第 23 図



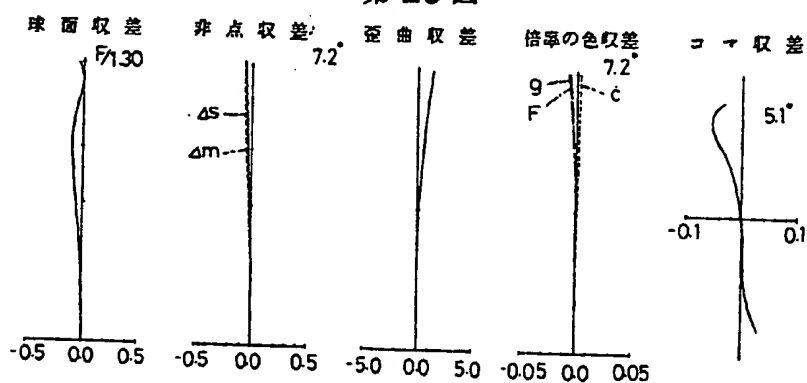
第 24 図



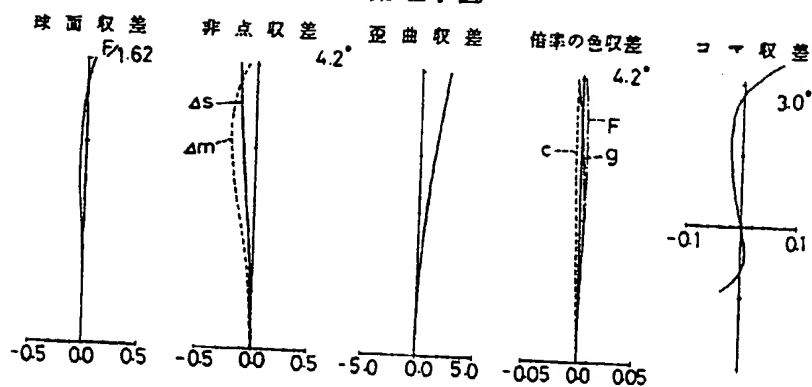
第 25 図



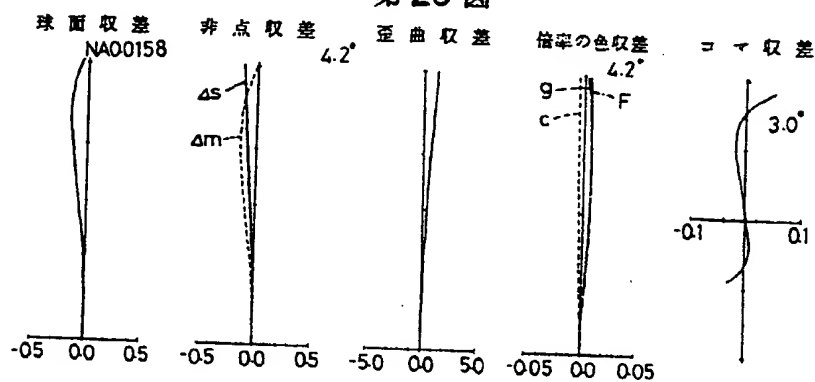
第 26 図



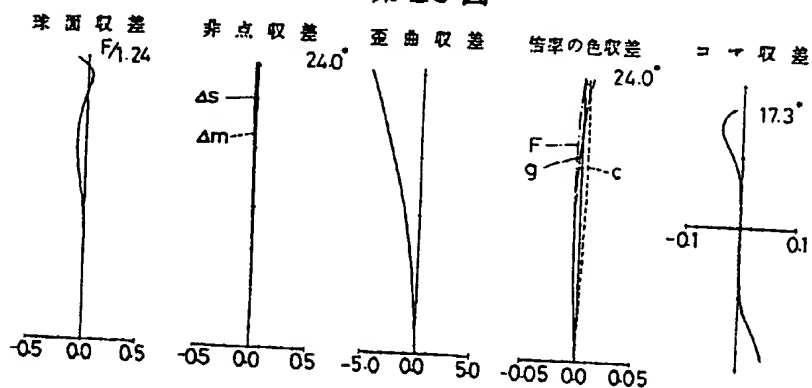
第27図



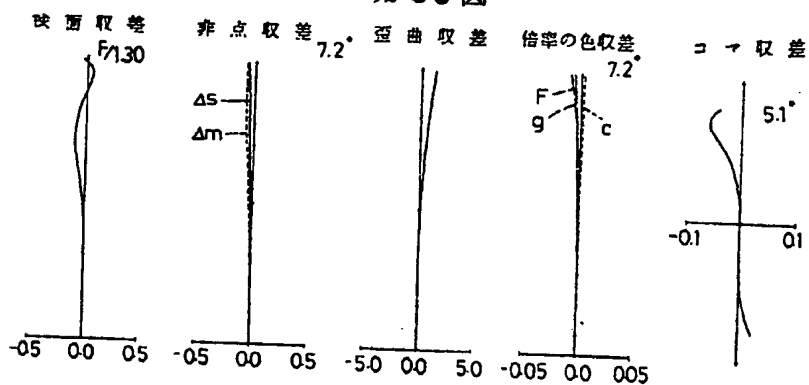
第28図



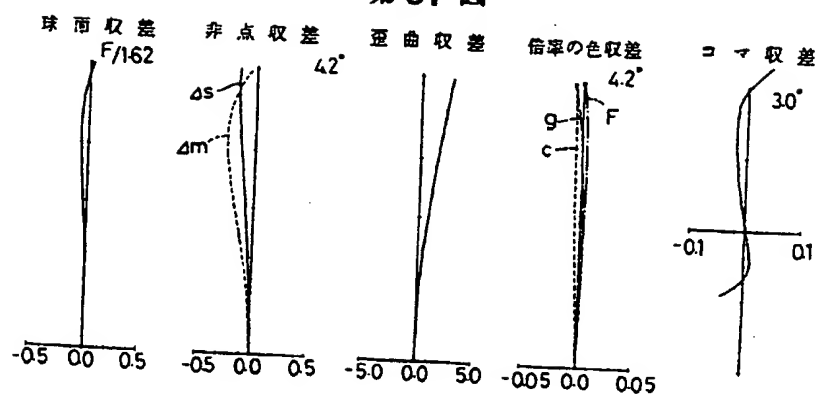
第29図



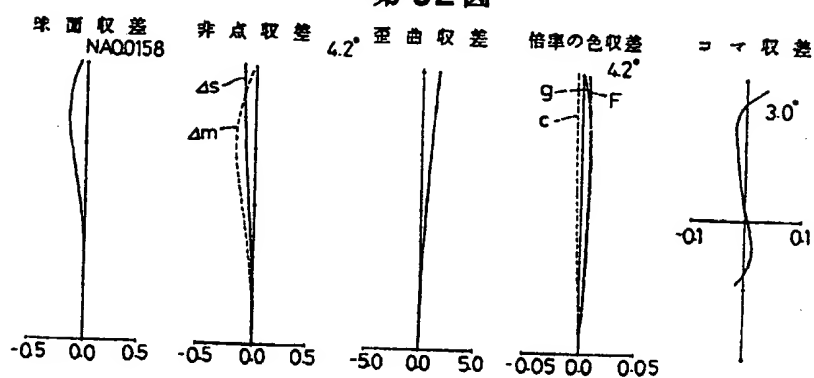
第30図



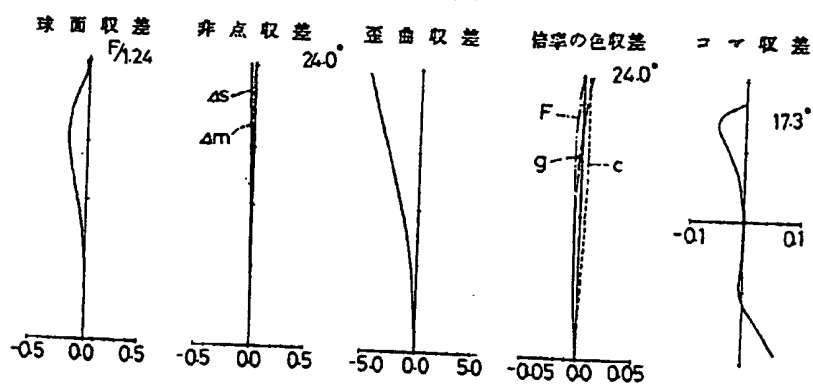
第 31 図



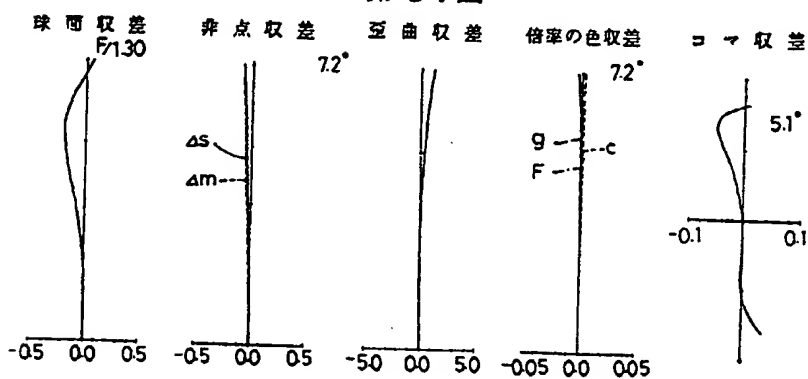
第 32 図



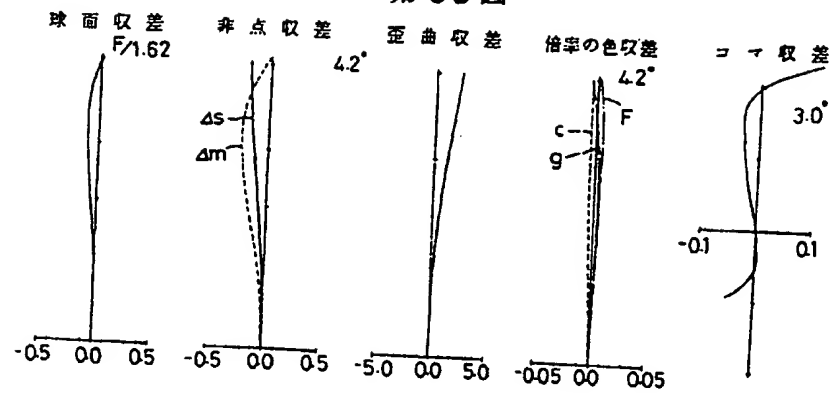
第 33 図



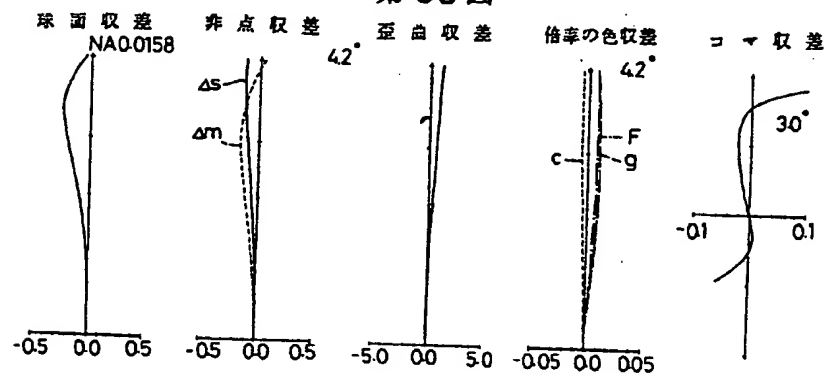
第 34 図



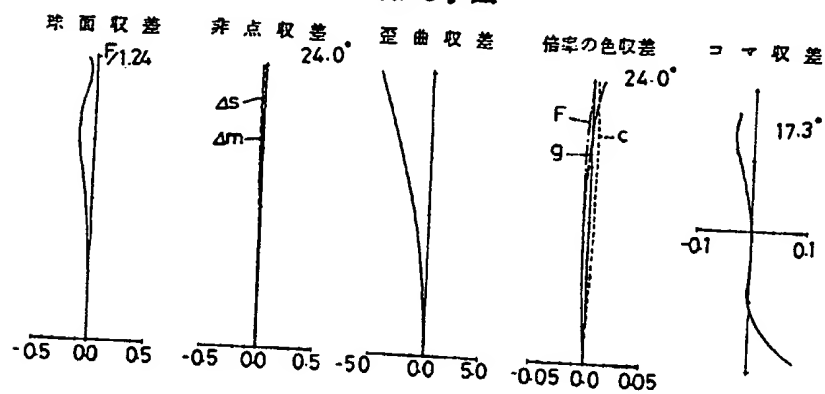
第 35 図



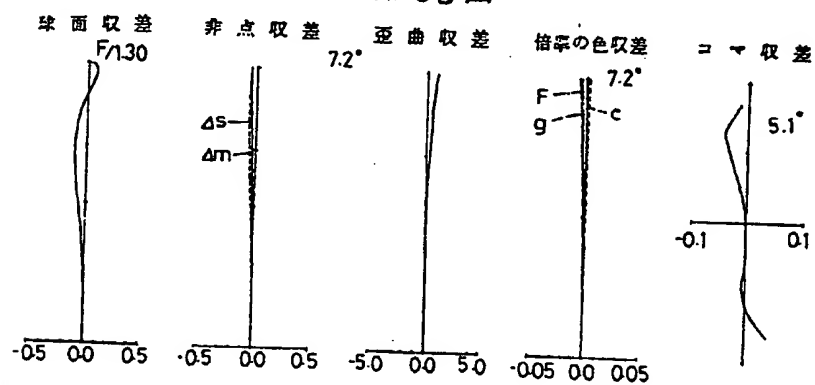
第 36 図



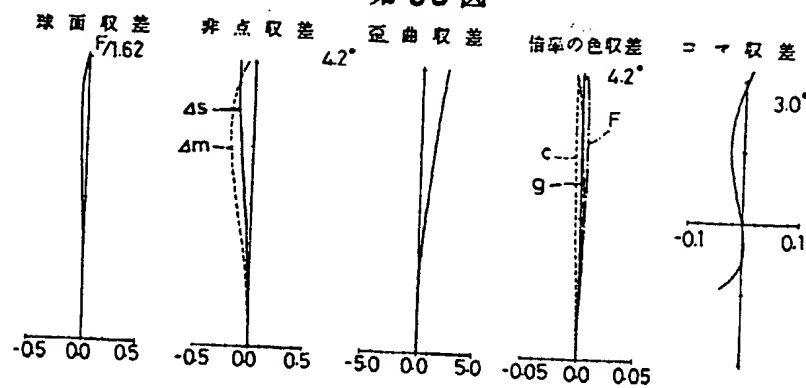
第 37 図



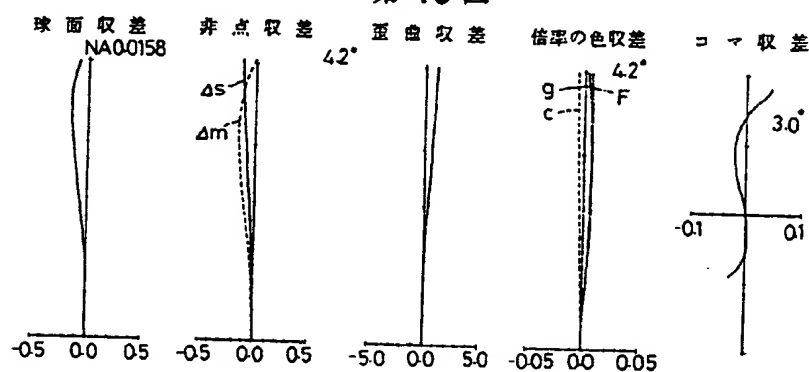
第 38 図



第39図



第40図



手続補正書

昭和62年8月19日

特許庁長官 殿

## 1. 事件の表示

昭和61年特許願第172722号

## 2. 発明の名称

ズームレンズ

## 3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人  
 東京都渋谷区幡ヶ谷二丁目43番2号  
 (037) オリンパス光学工業株式会社  
 代表者 下山 敏郎

## 4. 代理人

東京都港区虎ノ門2-5-2  
 電話 東京(580)5641  
 (7586) 弁理士 向 寛 二

## 5. 補正命令の日付

自 発

## 6. 補正の対象

明細書の特許請求の範囲の欄

## 7. 補正の内容

別紙のとおり

方 穴  
 審 査



## 特許請求の範囲

(1) 物体側から順に負レンズ、正レンズ、正レンズの3枚のレンズにて構成され全体として正の焦点距離を有する第1群と、負レンズ、負レンズ、正レンズの3枚のレンズにて構成され全体として負の焦点距離を有し変倍時に可動であつて主として変倍をつかさどる第2群と、1枚、2枚又は3枚のレンズにて構成され全体として正の焦点距離を有し常時固定であつて射出側では径アフォーカルにする役割をなし非球面を含んでいる第3群と、少し大きな空気間隔をあけて負レンズ、正レンズ、正レンズ又は正レンズ、正レンズ、負レンズの3枚のレンズにて構成され全体として正の焦点距離を有し変倍時に発生する焦点位置の変動をなくすいわゆるコンペンセーターの役割りをすると共に合焦のために可動である第4群とより構成され、次の条件(1)を満足するズームレンズ。

$$(1) \quad |f_T / f_{AT}| < 0.6$$

ただし  $f_T$  は望遠端における全系の合成焦点距離、

$f_{AT}$  は望遠端における第1群から第3群までの合成焦点距離である。

(2) 次の条件(2)乃至条件(6)を満足する特許請求の範囲(1)のズームレンズ。

$$(2) \quad 0.53 < (e_{2W} - e_{2T}) / e_{2W} < 0.77$$

$$(3) \quad 0.9 < f_{IV} / \sqrt{f_W \cdot f_T} < 1.4$$

$$(4) \quad n_{4T1} \text{ 又は } n_{4T2} > 1.55$$

$$(5) \quad \nu_{4T1} \text{ 又は } \nu_{4T2} > 45$$

$$(6) \quad \text{光軸からの高さ } y = f_{III}/4 \text{ において}$$

$$1 \times 10^{-3} < d_X / \sqrt{f_W \cdot f_T} < 0.5 \times 10^{-1}$$

ただし  $f_W$  は広角端における全系の焦点距離、 $f_T$  は望遠端における全系の焦点距離、 $f_{III}$  は第3群の合成焦点距離、 $f_{IV}$  は第4群の合成焦点距離、 $e_{2W}$  は第2群と第3群との広角端における主点間隔、 $e_{2T}$  は第2群と第3群との望遠端における主点間隔、 $n_{4T1}$ 、 $\nu_{4T1}$  は夫々第4群の物体側から1番の正レンズの屈折率とアッベ数、 $n_{4T2}$ 、 $\nu_{4T2}$  は夫々第4群の物体側から2番目の正レンズの屈折率とアッベ数、 $d_X$  は非球面が

$$x = \frac{y^2}{r + \sqrt{r^2 - y^2}} + d_X$$

$$= \frac{y^2}{r + \sqrt{r^2 - y^2}} + Ey^4 + Fy^6 + Gy^8 + Hy^{10}$$

にて表わされる時の  $Ey^4 + Fy^6 + Gy^8 + Hy^{10}$  の値である。